

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-158810
(43)Date of publication of application : 21.06.1989

(51)Int.Cl.

H03H 3/02
H01L 41/22

(21)Application number : 62-317050
(22)Date of filing : 15.12.1987

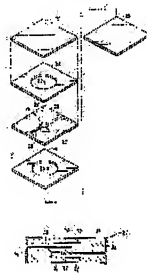
(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
(72)Inventor : ANDO AKIRA
KIKKO TOSHIHIKO
SAKABE YUKIO

(54) MANUFACTURE OF ELECTROSTRICTION EFFECT ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability by laminating a ceramic green sheet whose opening is formed in advance to the outside of an exciting electrode and compressing and sintering the laminated substance thereby eliminating the dispersion in the electrostriction characteristic.

CONSTITUTION: Openings 22a, 24a are formed respectively to the ceramic green sheets 22, 24, and the openings 22a, 2a are formed to have a larger diameter than that of conductive pastes 26, 27 for the exciting electrode relatively, that is, to have a larger area relatively. The green sheets 21-25 are laminated and the laminated bodies are pressed in the broadwise direction and then sintered. Since cavities 32, 33 are formed based on the openings 22a, 24a formed accurately in advance, it is possible to form the cavities 32, 33 accurately with the designed size and shape, the electrostriction effect element 30 offering a stable electrostriction characteristic with excellent reliability is obtained.



⑬ 公開特許公報(A) 平1-158810

⑨ Int. Cl.⁴

H 03 H 3/02
H 01 L 41/22

識別記号

庁内整理番号

B-7210-5J
Z-7342-5F

⑬ 公開 平成1年(1989)6月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全11頁)

⑭ 発明の名称 電圧効果素子の製造方法

⑯ 特 願 昭62-317050

⑯ 出 願 昭62(1987)12月15日

⑯ 発 明 者 安 藤 陽 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所
⑯ 発 明 者 橘 高 敏 彦 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所
⑯ 発 明 者 坂 部 行 雄 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所
⑯ 出 願 人 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神2丁目26番10号
⑯ 代 理 人 弁理士 宮崎 主税

明 細 書

1. 発明の名称

電圧効果素子の製造方法。

2. 特許請求の範囲

(1) セラミック電圧材料グリーンシートと、前記セラミック電圧材料グリーンシートの両主面に接するように、かつ厚み方向において表裏対向するように配置された一対の励振電極用導電ペーストと、各励振電極用導電ペーストから前記電圧材料グリーンシートの側端縁に到るように配置された引き出し電極用導電ペーストとを用いる工程と、

前記電圧材料グリーンシートの少なくとも一方主面側から、前記励振電極用導電ペーストよりも相対的に広い面積の開口を有するセラミックグリーンシートを、厚み方向から見たときに、前記励振電極用導電ペーストが該開口内に位置されるように、直接または他のセラミックグリーンシートを介して間接的に積層する工程と、

前記開口の形成されたセラミックグリーンシ

トの少なくとも一方の外側に、第2のセラミックグリーンシートを積層し、前記開口を閉成して積層体を得る工程と、

前記積層体の厚み方向に圧力を付加して各セラミックグリーンシート同士を圧着し、焼成する工程と、

前記引き出し電極用導電ペーストの引き出されている側縁に外部電極を付与する工程とを備えることを特徴とする電圧効果素子の製造方法。

(2) 前記圧着に先立ち、前記開口内に、焼成時に消失する可燃材料を充填する工程をさらに備えることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電圧効果素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、複数のセラミックグリーンシートを積層して一体焼成することにより得られる電圧効果素子の製造方法の改良に関する。

【従来の技術】

第2図は、公知の電圧効果素子の一例を示す。

この電圧効果素子 1 を得るに当たっては、まず圧電材料より成る基板 2 を用意する。基板 2 の両面に、助振電極 3、4 を形成する。さらに、助振電極 3、4 に連なっており、該基板 2 の対向する端縁に延びるように引き出し電極 5、6 を形成する。次に、セラミック基板 7、8 を基板 2 の両側から近接させ、接着剤 9、10 より基板 2 を挟むように該基板 2 に対して固定する。

ここでは、図示のように、接着剤 9、10 により、基板 7、8 の主面が助振電極 3、4 に接触しないように所定距離を隔てて対向された状態に、各基板 7、8 が保持されている。従って、引き出し電極 5、6 から電圧を印加した場合、助振電極 3、4 は、基板 7、8 に妨げられずに基板 2 の該助振電極 3、4 で挟まれた部分を振動させ得る。

他方、上記と異なる電圧効果素子の製造方法として、複数枚のセラミックグリーンシートを積層し、圧着した後に一体焼成する方法が公知である。この方法は、セラミック電圧材料グリーンシートの両主面に助振電極用導電ペーストを裏表対向す

るように塗布し、同時に引き出し電極用導電性ペーストを塗布し、しかる後該電圧材料グリーンシートの上に焼成時の温度で消失する可燃性のシートを重ねたり、あるいは可燃性材料ペーストを助振電極上に塗布した後に、該電圧材料グリーンシートの厚み方向両側にさらにセラミックグリーンシートを重ねて圧着し、焼成するものである。

ここでは、可燃性のシートや、可燃性のペーストを塗布することにより、得られた焼結体中に空洞が形成される。従って、駆動時に助振電極に挟まれている部分の電圧材料層が自由に振動し得るように構成される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、第 2 図に示した構造を得る従来の製造方法では、接着に際して接着剤 9、10 が周辺部から中心部へ滲み出すことを防止することが難しい。その結果、圧電特性が劣下し、設計通りの特性を確実に得ることが困難であった。よって、接着剤 9、10 や接着方法に厳格な管理が必要であり、また作業工時間も増加するため、量産性

- 3 -

の面で難があった。

のみならず、接着剤 9、10 を用いるものであるため、素子の使用温度も自ずと限界があった。

他方、複数枚のセラミックグリーンシートを積層して、圧着した後に一体焼成する方法では、前述した空洞を正確に形成することができないという問題があった。この問題を、第 3 図を参照して説明する。第 3 図は、得られた電圧効果素子の断面図である。ここでは、電圧性を示すセラミック焼結体 11 内に助振電極 12 が形成されており、かつ、該助振電極 12 と厚み方向に対向するように焼結体 12 の下面に助振電極 13 が形成されている。そして、この一方の助振電極 12 側においては、焼成温度で消失する可燃材料を塗布することにより、焼成後に図示の空洞 14 が形成されている。

空洞 14 は、たとえばカーボンと有機質バインダを含むカーボンペーストを焼成に先立ち助振電極 12 を構成する導電ペースト上に塗布しておき、その上にセラミックグリーンシートを積層し、

- 4 -

圧着した後に焼成することにより形成される。

しかしながら、空洞 14 が設計通りの大きさおよび形状で助振電極 12 を取り囲むように形成することは困難であり、空洞 14 が図示のようにいびつな形状となったり、あるいは上側のセラミック部分が助振電極 12 の一部に接したりすることがあった。すなわち、空洞 14 を設計通りの形状に安定に形成することは現実には困難であった。よって、安定な電圧特性を実現することが極めて困難であった。

のみならず、この方法では、大きな空洞を形成することは難しく、従って大型の電圧効果素子を得ることも困難であった。

また、カーボンが電圧材料セラミックスを還元し、特性を劣化させるという問題もあった。

よって、本発明の目的は、所望通りの電圧特性を安定に示す、信頼性に優れた電圧効果素子を確実に得ることができる方法を提供することにある。〔問題点を解決するための手段〕

本発明の電圧効果素子の製造方法は、下記の工

程を備えることを特徴とする。

すなわち、セラミック電置材料グリーンシートと、誘電材料グリーンシートの両面に接するように、かつ厚み方向において表裏対向するように配置された一対の助振電極用導電ペーストと、各助振電極用導電ペーストから上記電置材料グリーンシートの側端縁に到るように配置された引き出し電極用導電ペーストとを用意する工程と、

上記電置材料グリーンシートの少なくとも一方の表面側から、助振電極用導電ペーストよりも相対的に広い面積の開口を有するセラミックグリーンシートを、厚み方向から見たときに、助振電極用導電ペーストが該開口内に位置されるように、直接的にまたは他のセラミックグリーンシートを介して間接的に積層する工程と、

前記開口の形成されたセラミックグリーンシートの少なくとも一方の外側に、第2のセラミックグリーンシートを積層し、前記開口を閉成して積層体を得る工程と、

前記積層体の厚み方向に圧力を付加して各セラ

ミックグリーンシート同士を圧着し、焼成する工程と、

前記引き出し電極用導電ペーストの引き出される側面に外部電極を付与する工程とを備えることを特徴とする。

積層に先立って、上記開口内に、焼成時に消失する可燃材料を充填する工程を備えていてもよく、それによって空洞もしくは開放凹部をより正確に形成することができる。

〔作用〕

本発明では、助振電極用導電ペーストの外側に、直接または間接的に上記のような開口を有するセラミックグリーンシートが積層され、該積層体を圧縮・焼成することにより、電置効果素子が得られる。よって、得られた電置効果素子では、助振電極の外側に、上記開口に基づく空間あるいは空洞が形成され、この空間もしくは空洞は、予備グリーンシート状態で形成された開口に基づくものであるため、設計通りの形状および大きさに精密に形成される。

- 7 -

〔実施例の説明〕

第1図は、本発明の第1の実施例を説明するための分解斜視図である。まず、5枚のセラミック電置材料グリーンシート21～25を用意する。

中央の電置材料グリーンシート23の一方の表面には、中央に助振電極用導電ペースト26が塗布されている。他方の表面には、助振電極用導電ペースト26と表裏対向するように助振電極用導電ペースト27が塗布されている。また、各助振電極用導電ペースト26、27から、セラミックグリーンシート23の側端縁に達するように引き出し電極用導電ペースト28、29が塗布されている。

引き出し電極用導電ペースト28、29は、図示のように互いに反対側の端縁に引き出されている。これは、焼成後に形成される引き出し電極が厚み方向に対向された場合には、該引き出し電極間で容量が発生し、特性を変化させるおそれがあるからである。

この実施例では、上記したセラミックグリーンシート23の厚み方向両側から、他のセラミック

- 8 -

グリーンシート21、22、24、25が図示の方向に積層される。ところで、セラミックグリーンシート23の両側に積層されるセラミックグリーンシート22、24には、それぞれ、開口22a、24aが形成されている。開口22a、24aは、助振電極用導電ペースト26、27よりも相対的に大きな径、すなわち相対的により広い面積を有するように形成されている。

次に、第1図に示す状態のまま、セラミックグリーンシート21～25を積層し、積層体を得る。この場合、厚み方向から見た時に、助振電極用導電ペースト26、27が開口22a、24a内に位置されるように、各セラミックグリーンシート22～24が積層される。

次に、積層体を厚み方向に押圧して各セラミックグリーンシート同士を圧着し、しかるのち焼成を施す。焼成した後、焼結体の側面に外部電極を付与し、それによって第4図に示す電置効果素子30を得ることができる。

第4図から明らかなように、焼結体31内に、

厚み方向に付向するように助振電極 26、27
(本明細書および添付の図面では、焼成前の導電
ペーストと、焼成後の積導電ペーストにより形成
される電極部分を同一参照番号で説明することに
する。)が形成されており、その外側に空洞 32、
33 が形成されている。

この空洞 32、33 は、第 1 図の開口 22a、
24a により形成されているものである。よって、
予め正確に形成された開口 22a、24a に基づ
いて空洞 32、33 が形成されるため、精度した
場合、空洞 32、33 は設計通りの大きさ・形状
に正確に形成することができる。従って、安定な
電圧特性を示す、信頼性に優れた電圧効果素子 3
0 を得ることができる。

なお、第 4 図において 34、35 は外部電極を
示し、引き出し電極 28、29 に電気的に接続さ
れている。外部電極 34、35 は焼結体 31 の側
面に銀ペーストを焼き付けたり、あるいは銅や鋼
をめっきすることにより形成してもよく、または
焼結に先立って積層体の端面に導電性ペーストを

塗布し、焼結に際し、助振電極 26、27 や引き
出し電極 28、29 と同時に焼付けてもよい。

また、第 1 図実施例では、セラミックグリーン
シート 21~25 のすべてを電圧材料を含むもの
で構成したが、中央のセラミックグリーンシート
23 のみを電圧材料で形成してもよい。なぜなら
ば、電圧特性を要求されるのは、助振電極 26、
27 に挟まれている部分だけだからである。特に
指摘しないが、この点は以下の実施例においても
同様である。

第 5 図~第 8 図は、それぞれ、上記した実施例
の変形例により得られる電圧効果素子を示すもの
である。

第 5 図に示す電圧効果素子 37 では、一方の助
振電極 26 側にのみ空洞 32 が形成されており、
他方の助振電極 27 側は外部に露出されている。
これは、上記実施例において、セラミックグリー
ンシート 24、25 を用いずに、セラミックグリー
ンシート 21~23 のみを積層し、積層体を得
たのちに圧縮・焼成することにより得られる。こ

- 11 -

の場合においても、一方の助振電極 26 側に形成
される空洞 32 は正確に形成される。よって、第
1 図実施例と同様に安定な電圧特性を示すことが
わかる。

第 6 図に示す電圧効果素子 39 では、下方の助
振電極 27 の外側に開放凹部 40 が形成されてい
る。これは、第 1 図のセラミックグリーンシート
21~24 まではを積層し、厚み方向に圧縮した後
に焼成することにより得られる。すなわち、開放
凹部 40 は、セラミックグリーンシート 24 の開
口 24a により形成されるものである。

第 5 図~第 6 図に示した電圧効果素子 37、3
9 から明らかなように、本発明では、いずれか一
方の助振電極用導電ペースト側において、開口を
有するセラミックグリーンシートを積層し、厚み
方向に圧縮・焼成すればよく、その外側の構造は、
適宜変更し得るものであることがわかる。

第 7 図は、本発明の他の実施例を説明するため
の斜視図であり、第 1 図に相当する図である。こ
の実施例では、7 枚のセラミックグリーンシート

- 12 -

51~57 をまず用意する。このうち、最外側の
セラミックグリーンシート 51、57 は第 1 図の
セラミックグリーンシート 21、25 に相当する
ものであり、またセラミックグリーンシート 52、
56 は第 1 図のセラミックグリーンシート 22、
24 に相当するものであり、それぞれに開口 52
a、56 a が形成されている。

中央に位置するセラミックグリーンシート 54
には、一方主面側に、助振電極用導電ペースト 5
8 が塗布されており、セラミックグリーンシート
55 にも助振電極用導電ペースト 59 が塗布され
ている。この助振電極用導電ペースト 58、59
は、図示の方向にセラミックグリーンシート 54、
55 を積層した際に電圧材料グリーンシート 54
を介して互いに厚み方向において表裏付向するよ
うに形成される。

すなわち、本発明における助振電極用導電ペ
ーストは、第 1 図の実施例のように、一枚の電圧材
料グリーンシートの両主面において表裏付向する
ように形成されていてもよく、あるいは本実施例

のように両側に積層されるグリーンシートの内側面に形成されていてもよい。要するに、電圧材料グリーンシートの両主面に接するように、かつ厚み方向において表裏対向するように一封の助振用電極用導電ペーストが配置されておりさえすれば良い。

各助振電極用導電ペースト 58、59 には、それぞれ引き出し電極用導電ペースト 60、61 がセラミックグリーンシート 54、55 の側端縁に達するように塗布されている。

ところで、セラミックグリーンシート 53、55 は、セラミックグリーンシート 52、54、56 に比べて、相対的にかなり薄くされている。よって、セラミックグリーンシート 51～57 を第 7 図の状態のまま積層し、得られた積層体を圧縮・焼成すると、第 8 図に示す電圧効果素子 70 を得ることができる。第 8 図から明らかなように、助振電極 58、59 の外側に薄いセラミックス層 62、63 を介して空洞 64、65 が形成されている。従って、助振電極 58、59 が空洞 64、

65 に露出していないため、耐環境特性に優れた電圧効果素子とすることができる。

この実施例においても、空洞 64、65 は、第 7 図の開口 52a、56a により形成されるものであるため、蓋差した場合、正確にかつ一定の形状に確実に形成することができることは言うまでもない。

第 9 図および第 10 図は、第 7 図を参照して説明した実施例の変形により得られた電圧効果素子を示す各断面図である。第 7 図において、セラミックグリーンシート 51～55 を積層し、しかる後得られた積層体を圧縮・焼成すれば、第 11 図に示す電圧効果素子 66 を得ることができる。また、第 7 図のセラミックグリーンシート 51～56 を積層し、得られた積層体を圧縮・焼成すれば第 10 図に示す電圧効果素子 67 を得ることができる。

第 9 図および第 10 図から明らかなように、これらの電圧効果素子 66、67 においても、一方の助振電極 58 側に空洞 64 が形成されている。

- 15 -

第 9 図の例では、他方の助振電極 59 側には、空洞あるいは開口は形成されていない。しかしながら、セラミックグリーンシート 55 に基づくセラミック層 63 が形成されており、それによって助振電極 59 が外部に露出されていない。

また、第 10 図の例では、開口 56a に基づく開放凹部 68 が形成されている。この例においても、セラミック層 63 が形成されているので、他方の助振電極 59 は外部に露出されていないことがわかる。

ところで、上述した各実施例により電圧効果素子を得るに際しては、複数枚のグリーンシートを積層した後に圧着することが必要である。しかしながら、開口 22a、24a、52a、56a がセラミックグリーンシートに形成されているので、第 11 図に略率的に示すように積層体 71 中には空洞 72、73 が形成されている。従って、金型 74、75 を用いて厚み方向に圧着すると、第 12 図に示すように空洞 72、73 がつぶれることがある。よって、好ましくは、第 13 図に示すよ

- 16 -

うに、空洞 72、73 に対応する位置に凹部 76、77 を有する金型 78、79 を用いれば、圧着の際に圧力で空洞 72、73 をつぶすことなく積層体 71 を圧着することができる。

また、上記のような金型 78、79 を用いずとも、金型による圧着力で空洞 72、73 をつぶさない程度の大きさとしてもよい。

もっとも、いずれの場合であっても、助振電極で挟まれるグリーンシート部分は予め通常の圧着圧力により圧着しておくことが必要である。

さらに、第 1 図および第 7 図の各セラミックグリーンシートを積層し圧着した後に、接着剤を用いて、接着した成形体を構成し、該成形体を焼成してもよい。しかしながら、接着剤としては、焼成に際してセラミックスに悪影響を与えないものを用いることが必要である。また、接着強度を高めるために、接着剤中にセラミックグリーンシートの構成成分を入れ、共炭化とすることが好ましい。

第 14 図～第 18 図はさらに他の実施例を説明

するための図であり、ここでは、上述した開口内にカーボンペーストなどの焼成時に消失する可燃材料が充填される。

すなわち、第1図に示したセラミックグリーンシート22およびセラミックグリーンシート23を積層した場合、第14図および第15図に示す積層体81を得ることができる。この実施例では、この開口22a内に第16図および第17図に示すように可燃材料82が充填される。可燃材料82としては、積層体81を圧着した後焼成した場合に、焼成温度で消失する材料が選ばれる。よって、最終的には可燃材料82が飛散するため、助振電極26の外側に前述した実施例と同様に振動を妨げないための開放凹部が形成されることになる。

上記可燃材料82を充填するのは、圧着に際し、開口22aの形状が変化することを防止するためである。従って、適当な可燃材料82を充填しておけば、助振電極の外側に、より一層正確に開放凹部を形成することができる。

- 19 -

り得た電圧効果素子では、応答は振動部分の厚みに応じた周波数域に偏らされていることがわかる。

なお、前述した実施例では、一対の助振電極が電圧材料層を介して対向されていた電圧効果素子を得る方法につき説明したが、電圧効果を利用したフィルタや高調波助振素子にも本発明を適用することができる。例えば、第20図に断面図で示すように、一対の助振電極91、93間にさらに電極92を電圧材料層を介して対向するように配置した電圧効果素子94を得ることも可能であり、また第21図に示すようにフィルタ電極97に対して電圧材料層を介して対向されたフィルタ電極95、96を有するフィルタ装置98を得るに際し、本発明の方法を用いることができる。これらの場合にも、助振電極91、92およびフィルタ電極95、96、97の外側に、本発明の方法により空間101、102、103、104を形成することができる。

(発明の効果)

以上のように、本発明によれば、予め開口を形

なお、可燃材料82としては、カーボンペーストを用い得るが、セラミックスや助振電極26に影響を及ぼさないような材料により構成することが望ましい。

また、第18図に示すように、助振電極26の外側に薄いセラミック層62を形成する場合、すなわち第7図のセラミックグリーンシート52～55を積層した構成においても、同様に可燃材料82を充填すれば、助振電極58の外側に開放凹部を正確に形成することができる。

次に、第1図実施例により得られた電圧効果素子の特性を第19図を参照して説明する。第19図において、実線は第1図実施例で得られた素子のインピーダンス周波数特性を示し、破線はカーボンペーストを印刷することにより空間を形成することにより得た従来例のインピーダンス周波数特性を示す。第19図から明らかなように、従来例では、素子全体の厚みに基づく周波数域にも応答が現れ、また振動部分の応答も乱れていることがわかる。これに対して、第1図実施例によ

- 20 -

成したセラミックグリーンシートを助振電極の外側に直接または間接に積層し、積層体を圧縮・焼成することにより、助振電極の外側に空間あるいは開放凹部が形成される。よって、助振電極で挟まれた電圧材料層を自由に振動させることができ、しかも予めセラミックグリーンシートに形成された開口により空間や開放凹部が形成されるので、該空間や開放凹部の形状および大きさを設計通りの大きさに正確に形成することができる。従って、重畳した場合、電圧特性にばらつきがなく、信頼性に優れた電圧効果素子を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

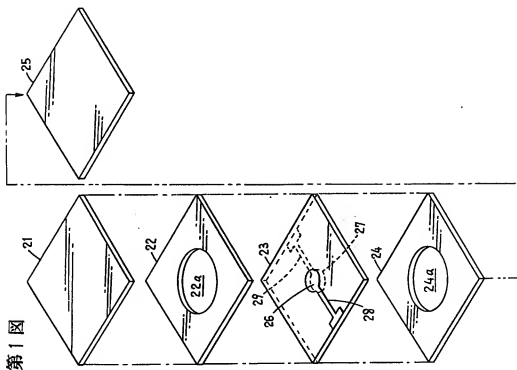
第1図は本発明の第一の実施例を説明するための分解斜視図、第2図は従来法を説明するための断面図、第3図は従来法の他の例を説明するための断面図、第4図は第1図実施例の工程を経て得られた電圧効果素子の断面図、第5図～第6図は本発明の第1の実施例の変形例を説明するための各断面図であり、各変形例により得られた電圧効果素子を示し、第7図は本発明の第2の実施例を

説明するための分解斜視図、第8図は第7図の工程を経て得られた電圧効果素子を示す断面図、第9図および第10図は本発明の第2の実施例の変形例により得られた各電圧効果素子を示す各断面図、第11図～第13図は、圧着に際し用いられる金型を説明するための各断面図、第14図～第17図は本発明の第3の実施例を説明するための図であり、第14図は積層体の斜視図、第15図は積層体の断面図、第16図は可燃材料を充満した状態を示す斜視図、第17図は可燃材料を充満した状態の断面図、第18図は第3の実施例の変形例を説明するための断面図であり、可燃材料を充満した状態を示す断面図、第19図はこの発明の実施例および従来例の特性を示すインピーダンス-周波数特性図、第20図および第21図は本発明が適用される電圧効果素子の他の例を示す各断面図である。

図において、21～25はセラミックス電圧材料グリーンシート、22a、24aは開口、26、27は助振電極用導電ペースト、28、29は引

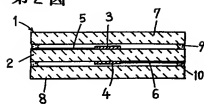
き出し電極用導電ペースト、30は電圧効果素子、32、33は空洞、34、35は外部電極を示す。

特許出願人 株式会社 村田製作所
代理人 弁理士 宮崎 主税

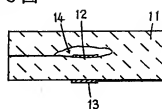


第1図

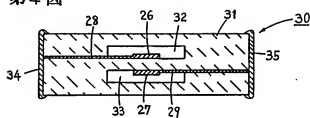
第2図



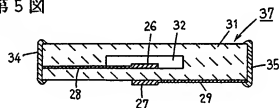
第3図



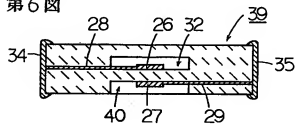
第4図

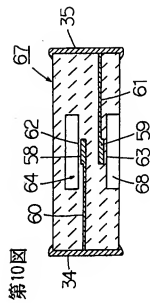
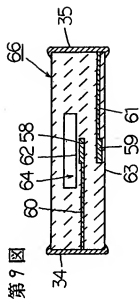
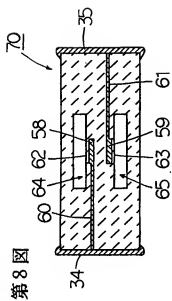
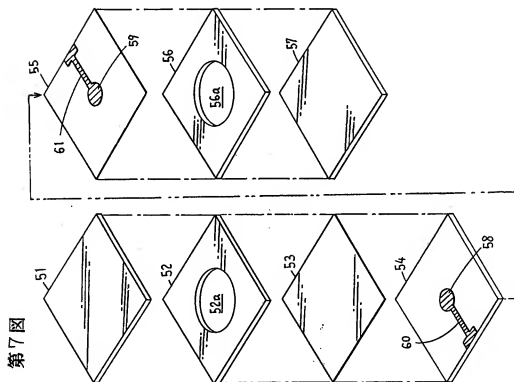


第5図

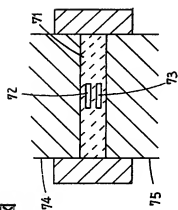


第6図

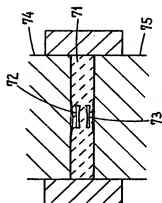




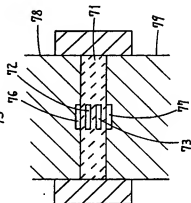
第11図



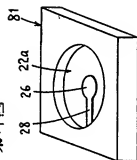
第12図



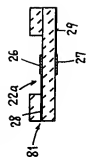
第13図



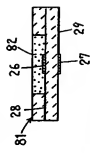
第14図



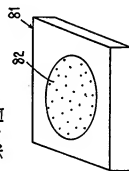
第15図



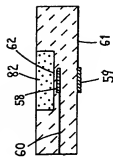
第17図



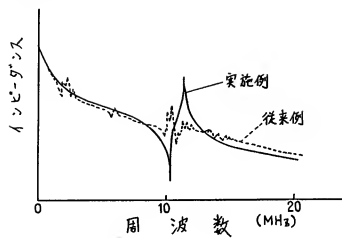
第16図



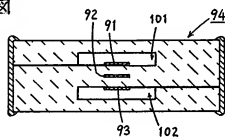
第18図



第19図



第20図



第21図

